

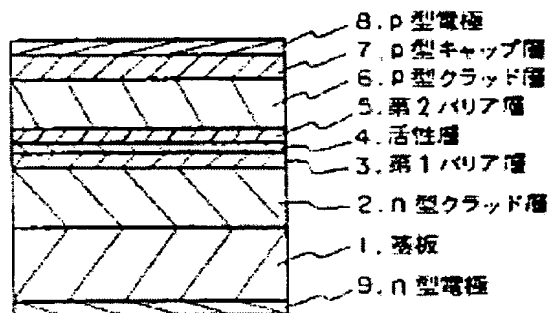
**SEMICONDUCTOR LASER****Publication number:** JP62122190**Publication date:** 1987-06-03**Inventor:** IDE YUICHI**Applicant:** NIPPON ELECTRIC CO**Classification:****- international:** **H01S5/00; H01S5/32; H01S5/323; H01S5/00;** (IPC1-7):  
H01S3/18**- European:** H01S5/32**Application number:** JP19850262839 19851121**Priority number(s):** JP19850262839 19851121

Report a data error here

**Abstract of JP62122190**

**PURPOSE:** To form a semiconductor laser having a sufficient leakage inhibiting effect to both sides of electrons and holes and also, having structure wherein the electrons and the holes are easy to be injected into the active layer by providing a first and second barrier layers for the use of leakage prevention.

**CONSTITUTION:** An n-type  $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  clad layer 2, a first undoped  $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$  barrier layer 3, an undoped GaAs active layer 4, a second undoped AlAs barrier layer 5, a p-type  $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  clad layer 6 and a p-type GaAs cap layer 7 are laminated in order on an n-type GaAs substrate 1 in a thickness of 1.0 $\mu\text{m}$ , 300 $\text{\AA}$ , 0.1 $\mu\text{m}$ , 300 $\text{\AA}$ , 1.0 $\mu\text{m}$  and 0.5 $\mu\text{m}$  respectively by a molecular beam epitaxial method. Moreover, a p-type electrode 8 and an n-type electrode 9 are each provided on the upper surface and back side of this laminated structure and a semiconductor laser is formed. Si is doped to the clad layer 2 in an impurity concentration of  $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ , Be to the clad layer 6 in an impurity concentration of  $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$  and Be to the cap layer 7 in an impurity concentration of  $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ . Hereby, the injection of electrons and holes into the active layer 4 is efficiently executed and also, the electrons and holes are prevented from leaking out in the clad layers 2 and 5. As a result, the laser beam is oscillated in a low threshold current, the low threshold current is not increased even at a high temperature and this laser is operated at a low current.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-122190

(43)Date of publication of application : 03.06.1987

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 60-262839

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 21.11.1985

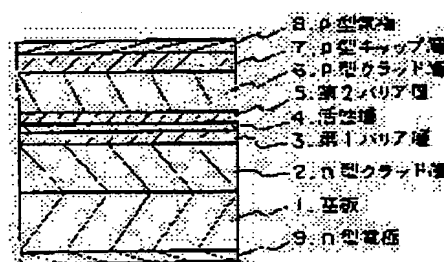
(72)Inventor : IDE YUICHI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To form a semiconductor laser having a sufficient leakage inhibiting effect to both sides of electrons and holes and also, having structure wherein the electrons and the holes are easy to be injected into the active layer by providing a first and second barrier layers for the use of leakage prevention.

**CONSTITUTION:** An n-type  $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  clad layer 2, a first undoped  $\text{Ga}_{0.49}\text{In}_{0.51}\text{P}$  barrier layer 3, an undoped GaAs active layer 4, a second undoped AlAs barrier layer 5, a p-type  $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  clad layer 6 and a p-type GaAs cap layer 7 are laminated in order on an n-type GaAs substrate 1 in a thickness of  $1.0\mu\text{m}$ ,  $300\text{\AA}$ ,  $0.1\mu\text{m}$ ,  $300\text{\AA}$ ,  $1.0\mu\text{m}$  and  $0.5\mu\text{m}$  respectively by a molecular beam epitaxial method. Moreover, a p-type electrode 8 and an n-type electrode 9 are each provided on the upper surface and back side of this laminated structure and a semiconductor laser is formed. Si is doped to the clad layer 2 in an impurity concentration of  $5 \times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ , Be to the clad layer 6 in an impurity concentration of  $5 \times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  and Be to the cap layer 7 in an impurity concentration of  $1 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ . Hereby, the injection of electrons and holes into the active layer 4 is efficiently executed and also, the electrons and holes are prevented from leaking out in the clad layers 2 and 5. As a result, the laser beam is oscillated in a low threshold current, the low threshold current is not increased even at a high temperature and this laser is operated at a low current.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP) ⑩ 特許出願公開  
 ⑪ 公開特許公報(A) 昭62-122190

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>  
 H 01 S 3/18

識別記号 庁内整理番号  
 7377-5F

⑬ 公開 昭和62年(1987)6月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ

⑮ 特 願 昭60-262839

⑯ 出 願 昭60(1985)11月21日

⑰ 発 明 者 井 手 雄 一 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
 ⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称 半導体レーザ

特許請求の範囲

活性層と、該活性層を両側から挟み、該活性層よりも禁制帯幅が大きいp型クラッド層とn型クラッド層とを備え、前記活性層と前記n型クラッド層の間に、価電子帯上端の電子エネルギーが該活性層と該n型クラッド層のどちらよりも小さい第1のバリア層を、前記活性層と前記p型クラッド層の間には電子親和力が該活性層と該p型クラッド層のどちらよりも小さい第2のバリア層を有することを特徴とする半導体レーザ。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体レーザに関し、特に発振閾値電流の温度依存性が小さく、高温動作可能な半導体レーザに関する。

(従来の技術)

半導体レーザの発振閾値電流は通常温度上昇とともに増加するので、実用上重要な高温での動作を可能にするため様々な工夫がされてきた。温度上昇とともに閾値電流が増加するのは活性層に注入されたキャリアがクラッド層との間のポテンシャルバリアを越えて漏出しやすくなるのが主な原因と考えられる。これを防ぐため、アブライド・フィジクス・レターズ(Appl. Phys. Lett. 38(1981)835)に提案された半導体レーザを第2図に示す。

第2図(a)は、従来の半導体レーザの構造を示す断面図、第2図(b)は、その活性層付近のエネルギー帯図である。この半導体レーザではn型GaAs基板1上にn型 $Al_xGa_{1-x}As$ クラッド層2、キャリアの漏れを防ぐためのアンドープ $Al_yGa_{1-y}$ 第1バリア層3( $0 < x < y < 1$ )、アンドープのGaAs活性層4、アンドープの $Al_zGa_{1-z}As$ 第2バリア層5( $0 < x < z < 1$ )、p型 $Al_tGa_{1-t}As$ クラッド層6、電極のオーム性接触を良くするためのp型GaAsキャップ層7が順次積層され、更に、p型GaAsキャップ層上にp型電極8を、n型GaAs基板1の裏面にn型電極9を蒸着した

特開昭62-122190(2)

構造を有している。ここで第2図(b)に示されるように各クラッド層は、GaAs活性層4に対し、禁制帯幅が大きくなっており( $0 < x < 1$ )、第1及び第2バリア層はそのAlAs組成 $y, z$ がともに $x < y, z < 1$ の範囲で徐々に変化するグレーデッドバリアになっている。p型電極8、n型電極9の間に順方向に電流を印加すると、n型 $Al_xGa_{1-x}As$ クラッド層2からは電子が、p型 $Al_yGa_{1-y}As$ クラッド層6からは正孔が活性層4に注入される。第2バリア層5は活性層4に注入された電子が活性層4のGaAsとp型 $Al_zGa_{1-z}As$ クラッド層6とのヘテロ接合界面に形成される伝導帯端の不連続を超えて遷出するのを防ぐ働きをする。

また、第1バリア層3は、正孔がn型 $Al_xGa_{1-x}As$ クラッド層2とGaAs活性層4との間の価電子帯の不連続を超えてn型クラッド層2へ遷出するのを防止する働きをする。

(発明が解決しようとする問題点)

以上のように、従来の半導体レーザでは、第2バリア層5によって電子の遷出が、第1バリア層3に

よって正孔の遷出が抑止される。しかし第1バリア層3は伝導帯側に突き出た障壁を形成しているためn型クラッド層2から活性層4への電子の注入が妨げられる欠点がある。また正孔の漏れに着目すると、第1バリア層3とGaAs活性層4との価電子帯端の不連続は余り大きくなく、正孔の遷出を防止するには不十分なものである。

本発明の目的は、上記の欠点がない、電子、正孔双方に対して充分な遷出抑止効果を有し、かつ電子、正孔が活性層4に注入され易い構造の半導体レーザを提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

第1図に本発明の半導体レーザを示す。第1図(a)は本発明の半導体レーザの断面図、第1図(b)は、その活性層4付近のエネルギー帯図である。

本発明の半導体レーザは、活性層4とこの活性層4を両側から挟むこの活性層4よりも禁制帯幅の大きいp型クラッド層6とn型クラッド層2を有し、かつ正孔の遷出防止用にn型クラッド層2と活性層4の間に価電子帯上端の電子エネルギーが活性層4と

n型クラッド層の何れよりも小さい第1バリア層を、電子の遷出防止用にp型クラッド層6と活性層4の間に電子親和力が活性層4とp型クラッド層6の何れよりも小さい第2バリア層を有する構成となっている。

(作用)

本発明の半導体レーザでは第1図(b)に示すようなエネルギー帯図が得られる。従ってn型クラッド層2からは活性層4へ容易に電子が注入され、またその電子は、第2バリア層5の形成する障壁によってp型クラッド層6への遷出が抑止される。また、p型クラッド層6からは活性層4へ正孔が容易に注入され、第1バリア層3の形成する障壁によってそのn型クラッド層2への遷出が抑止される。これらの結果、注入された電子及び正孔は活性層4内に有効に閉じ込められ、高温時においても低い閾値電流で発振し、低電流で動作させることが可能となる。

(実施例)

以下、第1図を参照して、本発明の一実施例について述べる。本実施例ではn型GaAs基板1上に

n型 $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ クラッド層2を $1.0\mu m$ 、アンドープ $Ga_{0.45}In_{0.55}P$ バリア層3を $300\text{\AA}$ 、アンドープGaAs活性層4を $0.1\mu m$ 、アンドープAlAs第2バリア層5を $300\text{\AA}$ 、p型 $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ クラッド層6を $1.0\mu m$ 、p型GaAsキャップ層7を $0.5\mu m$ 分子線エビタキシ法により順次積層し、さらにこの積層構造にp型電極8、n型電極9を設けて半導体レーザを形成している。n型 $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ クラッド層2は、Siを不純物濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ ドープし、p型 $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ クラッド層6にはBeを不純物濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ ドープし、p型GaAsキャップ層7にはBeを不純物濃度 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ドープした。

本実施例によれば、各層の禁制帯幅、価電子・帯端及び伝導帯端の不連続は室温において以下のようになる。即ち、文献によるとn又はp型 $Al_{0.7}Ga_{0.3}As$ クラッド層2,6、GaAs活性層4、 $Ga_{0.45}In_{0.55}P$ 第1バリア層3、AlAs第2バリア層5のP点での禁制帯幅は、それぞれ2.368, 1.424, 1.854, 3.018eVである。また、GaAs活性層4と

特開昭62-122190(3)

Ga<sub>0.49</sub>In<sub>0.51</sub>P第1バリア層3との間の価電子帯端の不連続は0.43eV伝導帯端では0eV、同じくAlAs第2バリア層5との間の価電子帯端不連続は0.239eV伝導帯端の不連続は1.354eVとなっている。ここで本実施例を第2図に示した従来の半導体レーザと比較しよう。従来においてAl<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>As第1バリア層3、Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>As第2バリア層5をx=0.7からy=z=1、即ち最も価電子帯及び伝導帯の不連続が大きくなるAlAsまでグレーデッドに変化していると仮定すると、GaAs活性層4と第1及び第2バリア層の間には伝導帯、価電子帯の不連続がそれぞれ1.354eV、及び0.239eV生じていることになる。

従って本実施例では、電子に対してはポテンシャルバリアがなく非常に注入され易くなり、かつ正孔に対しては、第1バリア層3の形成するポテンシャルバリア(価電子帯の不連続)が約80%増加して、活性層4から漏れ出しにくくなっている。

以上述べた実施例では、第1及び第2バリア層2、5は、活性層4やクラッド層2,6に格子整合する材料を用いたが、第1または第2バリア層を導くこ

とにより格子不整合による歪みを吸収できるので必ずしも格子整合する材料でなくとも良い。ただし、第1及び第2バリア層は、キャリアの漏れをせき止めるのが目的であるから、キャリアがトンネル効果により流れてしまわない程度の厚さ、即ち30Å以上にした方が効果が高い。

また、従来の半導体レーザの場合のように第1及び第2バリア層の組成を除々に変えて、正孔の活性層4への注入を行ない易くしても良い。更に、実施例ではGaAs活性層4の厚さを0.1μmとしたが、厚さが200Å程度以下の量子井戸型レーザであっても本発明の趣旨は活かせる。

上述の実施例では、分子線エビタキシ法で積層構造を形成したが、これは有機金属熱分解法、あるいはハイドライドまたはハライド気相成長法、液相成長法であっても良い。

また、GaAs, GaInP, AlGaAs以外のInP, InGaAs, InGaAsP, AlInAs, AlInP等の他のIII-V族又はII-V族化合物半導体材料であっても本発明の要件を満たせば得られる効果は同じであるのは言うまでもな

い。ストライプ構造には言及しなかったが、半導体レーザの分野ではストライプ構造を採用のはあたりまえのことである。本発明は積層構造に特徴があり、どのようなストライプ構造にも適用できる。

(発明の効果)

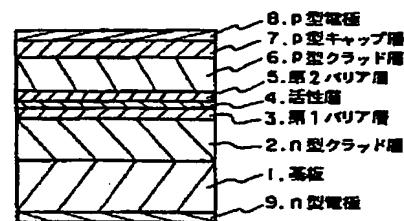
以上のように本発明によれば活性層4への電子及び正孔の注入が効率良く行なわれ、かつクラッド層2,5へ漏出することが抑止される。この結果、低電流で発振し、高温においても同電流が上がり低電流で動作する半導体レーザが得られる。

図面の簡単な説明

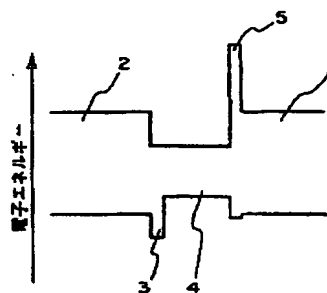
第1図(a)は本発明の半導体レーザの断面図、第1図(b)はその活性層付近のエネルギー帯図である。第2図(a)は従来の半導体レーザの断面図、第2図(b)はその活性層付近のエネルギー帯図である。

図中、1--基板、2--n型クラッド層、3--第1バリア層、4--活性層、5--第2バリア層、6--p型クラッド層、7--p型キャップ層、8--p型電極、9--n型電極である。

図 1



(a)



(b)

特開昭62-122190(4)

図 2

